

曲红岩,张欣,施利利,等. 水稻食味品质主要影响因子分析[J]. 江苏农业科学,2017,45(6):172-175.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.06.045

水稻食味品质主要影响因子分析

曲红岩^{1,2},张欣¹,施利利¹,李永杰³,徐锡明¹,生华¹,崔晶¹

(1. 天津农学院农学与资源环境学院,天津 300384;
2. 食味米(天津)米业有限公司,天津静海 301600;3. 天津农垦渤海农业集团有限公司,天津 300384)

摘要:采用完全随机设计,以 18 个优质粳稻品种为材料,研究水稻食味品质主要影响因子以及各成分间的相关关系。结果表明,直链淀粉和蛋白质与食味值均呈负相关,且贡献率为蛋白质 79% > 直链淀粉 21%,二者主要影响米饭的黏度和平衡性(黏度/硬度),蛋白质含量越高,直链淀粉含量越低,米饭越硬,质地越差。食味值与淀粉 RVA 谱中最高黏度、崩解值呈正相关,最低黏度、最终黏度和消减值呈负相关,且 RVA 谱主要影响米饭黏度和平衡性。食味值与碾米品质呈负相关,与米饭物性中硬度呈正相关,与黏度、平衡性呈负相关。同时,米饭物性指标中黏度、平衡性表现出与精米粒宽呈极显著负相关,与精米粒厚呈极显著正相关的趋势。

关键词:水稻;食味;品质;RVA;粳稻

中图分类号:TS207.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)06-0172-03

水稻作为世界三大粮食作物之一,单产始终呈上升的趋势。1961 年,世界水稻平均单产为 1 869.3 kg/hm²,截至 2013 年,水稻平均单产已达 4 527.1 kg/hm²,增长 1.42 倍,年均增长 1.74%^[1]。在此基础上,日本、韩国、泰国等国家率先开展了高品质、高食味水平稻米的研发,世界稻米也正式宣布进入了由数量型向质量型、食味型、美味型方向发展^[2-3]。国内相关方面的研究尚处于起步阶段,优质食味稻米缺乏、相关技术落后等问题依然存在,同时有关影响稻米食味品质的因素研究也存在很大的争议。已有研究结果中就水稻直链淀粉含量、蛋白质含量等成分对水稻食味品质的影响也存在较明显的差异,相关研究表明,直链淀粉含量与食味值呈负相关,也有结果显示呈正相关,但蛋白质含量与直链淀粉含量对食味值的贡献率研究尚缺乏,相关淀粉黏滞性 RVA 谱及米饭物性测定与水稻食味值的关系以及国内有关水稻食味内在机制的研究尚有不足^[4-6],不同水稻品种间水稻食味差异的内在机制研究也不够明确。为进一步研究水稻食味品质的主要影响因子,本试验选定食味较好的 18 个水稻品种(品系),采用统一的栽培方式,测定影响水稻食味的主要因子,进一步探究不同性状间的关系以及与水稻食味品质内在构成机制之间的关系。

1 材料与方法

1.1 材料

材料选自天津农学院国际水稻食味研究中心,共计 18 个优质粳稻品种(品系)材料,相关品种(品系)名称见表 1。

收稿日期:2016-01-20
基金项目:天津市科委项目(编号:14RCGFNC00102);天津市高等学校科技发展基金(编号:20120618)。
作者简介:曲红岩(1990—),男,黑龙江讷河人,硕士,主要从事水稻品质、食味改良研究。E-mail:413971579@qq.com。
通信作者:张欣,硕士,高级实验师,主要从事水稻品质、食味育种方面的研究。E-mail:tnzhangxin@163.com。

表 1 供试品种(品系)名称

品种编号	品种名称	品种编号	品种名称
1	F5-155-1	10	津稻 179
2	F5-155-2	11	津原 E28
3	F5-155-3	12	津稻 9618
4	台梗 6 号	13	欣梗 1 号
5	台南 5 号	14	沈农 9903
6	津原 5 号	15	盐梗 218
7	津原 45	16	铁梗 7 号
8	花育 409	17	盐丰 47
9	津川 1 号	18	盐梗 456

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验于 2014 年在天津市宝坻区黄庄农场试验基地进行,采取完全随机设计,土壤类型为黑黏土,肥力水平中等。4 月 10 日播种,5 月 27 日移栽,行距 30 cm,穴距 15 cm,叶龄为 3.5 张,每穴 3~5 苗。田间施肥管理同当地生产田。

1.2.2 测定方法 水稻成熟后脱粒储藏于恒温储藏箱,利用 SY88-TH 三立式捣精机进行砻谷,使用日本佐竹生产的 RGQ120 型号水稻颗粒测定仪测定米粒长度、宽度、厚度、白度等。水稻直链淀粉含量,使用德国 BRAN LUEBBE 公司生产的 AA3 型连续流动分析仪测定;蛋白质含量,使用 PS-500 米饭食味计进行测定;稻米淀粉黏滞性 RVA 谱,采用澳大利亚 Newport Scientific 公司生产的 RVA-4 型 RVA 仪进行快速测定。采用日本佐竹生产的 STA1A 型炊饭食味计测定食味值,RHS1A 型硬度黏度计测定米饭物性指标。

1.2.3 数据统计分析 使用 Microsoft Excel 进行数据计算与作图,SPSS 19.0 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 稻米品质指标调查分析

从表 2 可以看出,18 个水稻品种(品系)间不同品质性状

标准差大小依次为 RVA 淀粉黏滞谱 > 食味值 > 加工品质 > 营养品质 > 外观品质 > 米饭物性,说明不同品种间 RVA 谱、食味值差异较大,加工品质、营养品质、精米外观、米饭物性几个指标在品种间波动较小,差异不明显。

表 2 稻米品质指标测定结果

项目	平均值	标准差	项目	平均值	标准差
直链淀粉(%)	18.02	1.59	白度	38.35	3.50
蛋白质(%)	9.49	1.09	米粒长(mm)	4.28	0.23
最高黏度(RVU)	195.91	22.50	米粒宽(mm)	2.75	0.07
最低黏度(RVU)	110.30	11.96	米粒厚(mm)	1.89	0.04
崩解值(RVU)	85.64	12.83	食味值(分)	55.36	6.90
最终黏度(RVU)	191.76	14.20	硬度(kg)	6.03	0.54
消减值(RVU)	-4.22	16.10	黏度(kg)	0.58	0.15
精米率(%)	76.10	2.72	平衡性	0.10	0.03
整精米率(%)	72.80	4.64	弹性(kg)	0.73	0.03

2.2 品质性状与食味的关系

从表 3 可以看出,相关分析结果食味值与直链淀粉含量呈正相关,与蛋白质含量呈极显著负相关,淀粉 RVA 黏滞谱中食味值与淀粉最高黏度、崩解值呈正相关,与最低黏度、最终黏度、消减值呈负相关。水稻精米率、整精米率皆与食味值呈负相关,碾白度、精米粒长与食味值呈正相关,食味值与精米宽达显著正相关,与厚度呈负相关的变化趋势,水稻质地检验指标则体现出食味值与米饭硬度呈正相关,与黏度、平衡性呈负相关,与米饭弹性呈显著正相关。

表 3 稻米品质性状与食味的关系

项目	相关系数	项目	相关系数
直链淀粉	0.105	白度	0.321
蛋白质	-0.677**	粒长	0.002
最高黏度	0.044	粒宽	0.393*
最低黏度	-0.055	粒厚	-0.165
崩解值	0.126	硬度	0.084
最终黏度	-0.156	黏度	-0.319
消减值	-0.199	平衡性	-0.246
精米率	-0.088	弹性	0.340*
整精米率	-0.225		

注:“*”、“**”、“***”分别表示 0.05、0.01、0.001 显著水平。表 4、表 6 同。

2.3 水稻营养品质性状与米饭食味值的关系

对大米直链淀粉含量、蛋白质含量与食味值进行相关和偏相关分析(图 1),直链淀粉含量与食味值的相关系数为 $r = 0.105$,为正相关,蛋白质含量与食味值的相关系数为 $r = -0.667^{**}$,呈极显著负相关。进一步对二者进行偏相关分析(表 4),固定蛋白质,直链淀粉含量与食味值间 $r = -0.197$,呈负相关,固定直链淀粉,蛋白质与食味值间相关系数为 $r = -0.615^{***}$,为极显著负相关。对二者进行回归分析,复相关系数 $R = 0.627^{***}$,说明直链淀粉含量和蛋白质含量可以作为判断米饭食味的主要因素,由标准偏回归系数可知,二者对食味值的影响程度蛋白质为 79% > 直链淀粉 21%,说明米饭食味主要受蛋白质含量的影响并呈极显著负相关关系,且通过对相关与偏相关结果进行分析可知,直链淀粉与蛋白质之间存在一定的协作效应。

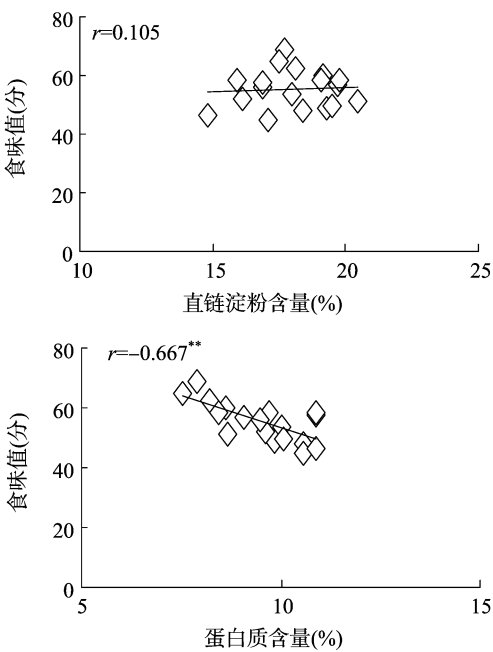


图 1 直链淀粉、蛋白质含量与食味评分之间的关系

表 4 食味评分与大米化学成分之间的关系

食味值	偏相关系数		重相关系数	标准偏回归系数	
	直链淀粉	蛋白质		直链淀粉	蛋白质
	-0.197	-0.615***	0.627***	-0.178	-0.692

2.4 碾米外观品质与米饭理化性状指标间的关系

为探明米饭外观性状以及碾米强度对米饭食味品质影响的内在机制,进行了相关分析,相关分析结果见表 5。稻米的直链淀粉含量、蛋白质含量与精米粒宽呈显著正相关和极显著负相关,而精米粒长、厚以及碾白度、精米率、整精米率等指标与直链淀粉、蛋白质之间的关系均未达到显著水平。米饭 RVA 谱中最高黏度、最低黏度、崩解值、最终黏度与精米粒长均表现出极显著负相关,其中,最高黏度与精米率、整精米率分别达到了显著和极显著的差异,最低黏度则与粒厚达到显著正相关,与碾白度、精米率表现为显著负相关。崩解值与精米率、整精米率均为极显著负相关,消减值则与二者呈现出显著正相关。米饭物性指标中黏度、平衡性(黏度/硬度)表现出与精米粒宽呈极显著负相关、与精米粒厚呈极显著正相关的趋势,弹性与碾磨外观品质无显著相关性。

2.5 米饭物性与米饭化学性状指标间相关性分析

通过对比分析米饭物性与水稻直链淀粉、蛋白质以及 RVA 谱之间的关系,分析结果见表 6。直链淀粉含量与米饭黏度、平衡性呈极显著负相关,与米饭硬度、弹性呈正相关,蛋白质含量则与直链淀粉呈相反的特性,与黏度、平衡性呈极显著正相关,与硬度、弹性呈负相关。RVA 谱主要显著影响米饭的黏度、平衡性,其中最高黏度与米饭黏度呈显著正相关,与平衡性呈极显著正相关,最低黏度与二者均呈显著正相关,崩解值与黏度、弹性之间达显著正相关,与平衡性之间达极显著正相关,消减值与米饭黏度呈显著负相关,与平衡性呈极显著负相关,整体分析最高黏度、最低黏度、崩解值、最终黏度 4 个 RVA 谱的主要指标表现出,与米饭硬度呈负相关,与黏度、平衡性、弹性呈正相关。

表 5 稻米碾米品质与理化性状指标间的相关性分析

指标	精米粒长	精米粒宽	精米粒厚	白度	精米率	整精米率
直链淀粉	0.130	0.361 *	-0.121	-0.074	0.285	0.307
蛋白质	0.009	-0.529 **	0.187	-0.025	-0.227	-0.105
最高黏度	-0.558 **	-0.229	0.251	-0.229	-0.448 *	-0.428 **
最低黏度	-0.496 **	-0.085	0.345 *	-0.339 *	-0.386 *	0.271
崩解值	-0.510 **	-0.328	0.12	-0.08	-0.425 **	-0.498 **
最终黏度	-0.485 **	-0.016	0.253	-0.441 **	-0.328	-0.163
消减值	0.351 *	0.306	-0.131	-0.071	0.336 *	0.455 *
硬度	-0.065	0.179	-0.315	-0.082	-0.084	-0.048
黏度	0.166	-0.488 **	0.550 **	0.025	-0.002	0.12
平衡性	0.153	-0.476 **	0.542 **	0.089	-0.004	0.079
弹性	-0.272	0.128	-0.27	0.028	-0.173	-0.229

表 6 稻米理化性状与米饭物性的相关分析

指标	硬度	黏度	平衡性	弹性
直链淀粉	0.280	-0.516 **	-0.549 **	0.015
蛋白质	-0.236	0.615 **	0.578 **	-0.171
最高黏度	-0.297	0.399 *	0.457 **	0.264
最低黏度	-0.264	0.386 *	0.403 *	0.092
崩解值	-0.277	0.345 *	0.429 **	0.358 *
最终黏度	-0.188	0.158	0.170	0.057
消减值	0.248	-0.419 *	-0.489 **	-0.305

3 结论与讨论

3.1 稻米品质性状与食味的关系

本研究对 18 个优质水稻品种(品系)的 17 个稻米食味品质性状指标与食味值间进行相关性分析,随着直链淀粉含量和蛋白质含量的升高,米饭食味值均呈现下降的趋势,同时直链淀粉和蛋白质对米饭食味的影响存在协作关系,从回归分析可知,复相关系数为 $R=0.627^{***}$,对食味值的贡献率为蛋白质(79%)>直链淀粉(21%),表明主要影响米饭食味评分的因子为大米中蛋白质含量。淀粉 RVA 黏滞谱分析结果表明,最高黏度、崩解值越高食味越好,最低黏度、最终黏度、消减值越低食味越好。水稻精米率、整精米率皆与食味值呈负相关关系,碾白度、精米粒长与食味值呈正相关,表明水稻的碾米品质与食味值呈负向趋势。水稻质地检验结果为食味值与米饭硬度呈正相关,与黏度、平衡性(黏度/硬度)呈负相关,与米饭弹性呈显著正相关,表明适当提升米饭硬度,降低黏度硬度比,可以在一定程度上有效提高米饭的食味值,同时米饭弹性也应作为米饭食味评分中重要的评价指标,尤其体现在对米饭咀嚼口感上的影响。

直链淀粉含量与蛋白质含量作为水稻食味品质评判的主要化学指标,受到国内外学者的广泛关注。徐正进等通过对 95 个水稻材料进行分析得出,蛋白质含量与食味值呈极显著负相关,直链淀粉含量与食味值呈正相关^[7]。刘利成等研究显示,直链淀粉含量是导致食味品质较差的主要因子,并与食味值呈极显著负相关^[8]。罗秋香的研究结果表明,蛋白质含量高,米饭硬度大,黏性差,质地特性变差^[9]。张春红等通过对 44 个梗稻品种分析显示蛋白质是食味品质的一个重要指标,与食味值呈负相关^[10]。陈能等进一步研究指出,蛋白质含量对直链淀粉含量有负面影响^[11]。目前,研究人员针对直

链淀粉和蛋白质对水稻食味品质的研究存在争议的原因可能在于试验材料的选择以及分析方法,同时有关二者对稻米物性影响的分析也略有缺乏,皆未明确指出二者对食味品质的贡献程度的大小。

淀粉 RVA 谱作为近年主要分析稻米食味品质的指标,陈书强的研究中蒸煮食味品质与 RVA 谱特征值的相关性最高,同时指出峰值黏度为最重要的指标^[12]。张欣等的研究表明,稻米的直链淀粉含量与最高黏度呈极显著负相关,最高黏度与食味值呈显著正相关,认为崩解值能较好地表示食味值^[13]。金正勋等研究结果则显示最高黏度、最低黏度与食味值呈极显著正相关^[14]。本研究结果,最高黏度、崩解值与食味值呈正相关关系,与最低黏度则呈负相关趋势,RVA 谱受外观品质影响较大,RVA 谱对米饭食味的影响主要体现在米饭的黏度以及黏度硬度比,相关结论还有待进一步研究。

3.2 稻米碾磨外观品质与理化指标间的关系

通过分析可知,稻米的直链淀粉含量、蛋白质含量与精米粒宽呈显著正相关和极显著负相关。米饭 RVA 谱中最高黏度、最低黏度、崩解值、最终黏度与精米粒长均表现出极显著负相关,其中最高黏度与精米率、整精米率分别达到了显著和极显著负相关,最低黏度则与粒厚达到了正相关,与碾白度、精米率表现为负相关。崩解值与精米率、整精米率均为极显著负相关,消减值则与二者呈现出显著正相关。表明大米的淀粉黏滞性 RVA 谱与水稻的碾米外观品质关系密切,进一步证明碾米外观品质直接影响米饭食味变化的内在机制。米饭物性指标中黏度、平衡性(黏度/硬度)表现出与精米粒宽呈极显著负相关,与精米粒厚呈极显著正相关的趋势,说明不同粒型间的食味差异在米饭黏度、平衡性间体现出差异较大。

陈书强的研究结果,碾磨品质主要通过整精米率、精米率和糙米率对直链淀粉含量、食味值产生影响,表明碾米品质与食味值呈极显著正相关^[12]。徐正进等通过对黑龙江水稻进行分析发现,食味值与碾磨品质有负相关的趋势,与粒长有正相关的趋势,对辽宁水稻的分析中显示食味值与碾磨品质有正相关趋势^[7,15]。刘利成等认为,整精米率与食味值呈极显著正相关^[8]。本研究结果,精米率、整精米率与蛋白质、最高黏度、崩解值均呈负相关,说明对食味影响为负相关。前人研究主要集中于碾磨品质与食味值之间的关系,忽略了对相关 RVA 谱以及理化特性的影响,相关结论还有待进一步研究阐明。

高波,胡洪瑞,李河,等.超声波辅助提取刺芫荽黄酮条件的优化[J].江苏农业科学,2017,45(6):175-177.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.06.046

超声波辅助提取刺芫荽黄酮条件的优化

高波^{1,2},胡洪瑞²,李河^{1,2},全舒舟^{1,2}

(1. 云南省高校农作物优质高效栽培与安全控制重点实验室, 云南蒙自 661100; 2. 红河学院生命科学与技术学院, 云南蒙自 661100)

摘要:采用超声波提取法对刺芫荽(*Eryngium foetidum* L.)中总黄酮进行提取,通过单因素及正交试验,确定最佳提取条件。结果显示,随着乙醇体积分数的增大,刺芫荽总黄酮的提取量增大,当乙醇体积分数超过70%后提取量下降;总黄酮提取量随超声提取时间的延长而呈上升趋势,当超声时间超过30 min后提取量下降;总黄酮提取量随料液比的减小而增大,当料液比达1 g:35 mL时,增加幅度明显减缓,1 g:40 mL时提取量达到最大。通过正交试验得出,刺芫荽总黄酮提取量影响因素的顺序为乙醇体积分数>超声时间>料液比,最佳提取工艺是乙醇体积分数为70%,超声时间为30 min,料液比为1 g:35 mL,刺芫荽总黄酮含量为25.33 mg/g。

关键词:刺芫荽;黄酮;超声波;正交试验

中图分类号:R284.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)06-0175-03

刺芫荽(*Eryngium foetidum* L.)为伞形科(Umbelliferae)2年生或多年生草本植物,别称刺芹、野芫荽、缅芫荽、阿瓦芫荽,主要分布于广东、广西及云南德宏、临沧、西双版纳等热带、亚热带地区;刺芫荽具有特殊的香味,是傣族、景颇族、佤族群众喜爱的调味料;刺芫荽还具有驱风清热、健胃、行气消肿、止痛的功效,可用于治疗风寒感冒、胸痛、胃寒呃逆、消化不良、肠炎腹泻、跌打肿痛、急性传染性肝炎、糖尿病、蛇伤等伤病^[1-3]。黄酮类化合物是广泛存在于植物中的一类次生代

谢产物,具有抗氧化、降胆固醇、降血糖、调血脂、抗血栓、抑制心肌肥厚、改善血液循环、促进胰岛素分泌、改善糖尿病引起的视网膜病及毛细血管脆化等疗效,还具有抑菌消炎、抑制炎症性生物酶的渗出、增进伤口愈合和止痛、抗癌、防癌、增强免疫力和延缓衰老等作用^[4-7]。有关超声波辅助刺芫荽总黄酮提取的研究尚未见报道,本研究采用超声波辅助乙醇提取刺芫荽的黄酮类化合物,并通过单因素及正交试验对提取条件进行优化,旨在为进一步开发刺芫荽总黄酮提供技术参考。

1 材料与方法

1.1 仪器、试剂及材料

材料:刺芫荽采自红河学院生命科学与技术学院现代农业与生物技术实习实训基地。仪器:752型可见分光光度计

收稿日期:2016-02-06

基金项目:云南省教育厅科学研究基金(编号:2012C201)。

作者简介:高波(1980—),男,云南个旧人,硕士,讲师,主要从事特色生物资源开发研究。E-mail:gb_biology2@126.com。

3.3 米饭物性与米饭化学性状之间的关系

本试验结果显示,直链淀粉含量与米饭黏度、平衡性之间达到了极显著负相关,蛋白质含量则与二者呈极显著正相关,说明在一定范围内直链淀粉含量越高,米饭硬度越大,黏度越小,平衡性越差,蛋白质含量越高米饭黏度越大,硬度越小,平衡性越好。米饭黏滞特性RVA谱则主要与米饭的黏度、平衡性相关关系显著,说明在模拟米饭蒸煮过程中,淀粉开始糊化的过程主要体现了米饭黏度上的变化,进而影响了米饭的食味品质。

参考文献:

- [1] 赵凌,赵春芳,周朋慧,等.中国水稻生产现状与发展趋势[J].江苏农业科学,2015,43(10):105-107.
- [2] 崔晶,楠谷彰人,松江勇次,等.中日合作水稻品质·食味研究的现状和展望[J].北方水稻,2011,41(4):1-6.
- [3] 楠谷彰人.中日水稻品种的食味比较[J].北方水稻,2007(5):72-77.
- [4] 徐铨,唐亮,徐凡,等.粳稻食味品质改良研究现状与展望[J].作物学报,2013,39(6):961-968.
- [5] 张巧凤,吉健安,张亚东,等.粳稻食味仪测定值与食味品尝综合

- 值的相关性分析[J].江苏农业学报,2007,23(3):161-165.
- [6] 陈能,罗玉坤,朱智伟,等.优质食用稻米品质的理化指标与食味相关性研究[J].中国水稻科学,1997,11(2):70-77.
- [7] 徐正进,陈温福,马殿荣,等.辽宁水稻食味值及其与品质性状的关系[J].作物学报,2005,31(8):1092-1094.
- [8] 刘利成,闵军,刘三雄,等.湖南优质稻品种品质指标间的相关性分析[J].中国稻米,2015,21(1):30-33.
- [9] 罗秋香.粳稻稻米蛋白与蒸煮食味品质的关系[D].哈尔滨:东北农业大学,2003.
- [10] 张春红,李金州,张亚东,等.食味仪测定与感官评价相结合鉴定优质粳稻食味特性[J].江苏农业学报,2009,25(5):958-965.
- [11] 陈能,罗玉坤,谢黎虹,等.我国水稻品种的蛋白质含量及与米质的相关性研究[J].作物学报,2006,32(8):1193-1196.
- [12] 陈书强.粳稻米蒸煮食味品质与其他品质性状的典型相关分析[J].西北农业学报,2015,24(1):60-67.
- [13] 张欣,施利利,丁得亮,等.引进水稻品种(系)的产量、品质及RVA特性[J].中国农学通报,2010,26(19):120-123.
- [14] 金正勋,秋太权,孙艳丽,等.稻米蒸煮食味品质特性间的相关性研究[J].东北农业大学学报,2001,32(1):1-7.
- [15] 徐正进,范淑秀,潘国君,等.黑龙江水稻食味和其他品质性状的变化及相互关系[J].中国稻米,2010,16(4):15-18.